

Elżbieta Kobojek  
Sławomir Kobojek

# WYDMY ŚRÓDLĄDOWE

— środowisko przyrodnicze  
i działalność człowieka  
na przykładzie  
regionu łódzkiego



**WYDMY**

– środowisko przyrodnicze  
i działalność człowieka  
na przykładzie  
regionu łódzkiego

**ŚRÓDLĄDOWE**



WYDAWNICTWO  
UNIWERSYTETU  
JAGIELLOŃSKIEGO

**Elżbieta Kobojek  
Sławomir Kobojek**

**WYDMY** – środowisko przyrodnicze  
i działalność człowieka  
na przykładzie  
regionu łódzkiego

**ŚRÓDLĄDOWE**

Elżbieta Kobołek – Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych  
Instytut Zagospodarowania Środowiska i Polityki Przestrzennej  
Zakład Fizjografii i Planowania Przestrzennego, 90-142 Łódź, ul. Kopcińskiego 31

Sławomir Kobołek – Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych  
Instytut Zagospodarowania Środowiska i Polityki Przestrzennej  
Zakład Zagospodarowania Środowiska, 90-142 Łódź, ul. Kopcińskiego 31

RECENZENT

*Mariusz Szubert*

REDAKTOR INICJUJĄCY

*Beata Koźniewska*

OPRACOWANIE REDAKCYJNE

*Sylvia Mosińska*

SKŁAD I ŁAMANIE

*Munda – Maciej Torz*

KOREKTA TECHNICZNA

*Leonora Gralka*

PROJEKT OKŁADKI

*Polkadot Studio Graficzne Aleksandra Woźniak, Hanna Niemierowicz*

Zdjęcie wykorzystane na okładce autorstwa Piotra Lewandowskiego

© Copyright by Elżbieta Kobołek, Sławomir Kobołek, Łódź 2021

© Copyright for this edition by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2021

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

Wydanie I. W.10157.20.0.K

Ark. wyd. 9,5; ark. druk. 9,75

ISBN 978-83-8220-427-8

e-ISBN 978-83-8220-428-5

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

90-131 Łódź, ul. Lindleya 8

[www.wydawnictwo.uni.lodz.pl](http://www.wydawnictwo.uni.lodz.pl)

e-mail: [ksiegarnia@uni.lodz.pl](mailto:ksiegarnia@uni.lodz.pl)

tel. 42 665 58 63

## SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie .....	7
1.1. Cel i zakres badań .....	10
1.2. Metody badań i źródła informacji .....	11
1.3. Rozmieszczenie wydm śródlądowych w regionie łódzkim .....	13
2. Morfogeneza wydm śródlądowych .....	17
2.1. Rozwój wydm w zimnych warunkach klimatycznych późnego wistulianu .....	17
2.2. Wpływ działalności człowieka na przekształcenie wydm w holocen	25
2.3. Proces rozwiewania wydm w drugiej połowie XIX i w XX w. ....	29
3. Cechy ekosystemów w obszarach wydmowych .....	35
3.1. Cechy litologiczne piasków eolicznych .....	35
3.2. Współczesna rzeźba pól wydmowych .....	41
3.3. Stosunki wodne .....	48
3.4. Gleby .....	51
3.5. Szata roślinna .....	54
3.6. Klimat lasu na wydmach .....	62
4. Użytkowanie i zagospodarowanie obszarów wydmowych w regionie łódzkim .....	67
4.1. Lasy .....	67
4.1.1. Charakterystyka lasu .....	72
4.1.2. Funkcje lasu na wydmach .....	74
4.2. Tereny uprawne .....	79
4.3. Eksploatacja piasków wydmowych i torfu z niecek deflacyjnych .	82
4.4. Zabudowa .....	87
4.5. Formy ochrony środowiska przyrodniczego obszarów wydmowych .....	91
5. Zabudowa turystyczna i rekreacyjna pól wydmowych .....	99
5.1. Walory turystyczne i rekreacyjne obszarów wydm śródlądowych	99
5.2. Lokalizacja zabudowy turystycznej .....	105

6. Wrażliwość ekosystemów piaszczystych w warunkach zmian klimatu i antropopresji .....	119
6.1. Przyczyny ożywienia procesów eolicznych w czasach historycznych .....	119
6.2. Stabilność i wrażliwość ekosystemów wydmowych .....	123
6.3. Zagrożenia w warunkach zmian klimatu .....	127
6.4. Pożądane kierunki użytkowania pól wydmowych w regionie łódzkim .....	130
7. Podsumowanie .....	133
8. Literatura .....	139
Spis ilustracji i tabel .....	153

## WPROWADZENIE

W wielu regionach na Ziemi występują wyjątkowe formy terenu, jakimi są wydmy tworzone przez wiatr i zbudowane głównie z piasku. Najbardziej znane są wydmy ukształtowane w obrębie pustyni strefy zwrotnikowej i podzwrotnikowej (ryc. 1). W gorących i suchych warunkach klimatycznych są one pozbawione szaty roślinnej, a niektóre z nich wędrują w ciągu roku na znaczne odległości. Drugim obszarem, w obrębie którego wiatr kształtuje wydmy, są wybrzeża w umiarkowanej strefie klimatycznej – rozwijają się tam wydmy nadmorskie, przy czym część z nich jest zalesiona, a na terenach wylesionych wiatr nadal przenosi piasek (ryc. 2). Wskazać można jeszcze jedną, bardzo ważną strefę występowania wydm, tym razem śródlądowych uznawanych za formy kopalne – fosylne (ryc. 3). W obrębie Niziu Europejskiego, od Europy Zachodniej po Wschodnią, od Anglii i Niderlandów po Ukrainę i Rosję, rozciąga się szeroki pas, gdzie na powierzchni terenu występują eoliczne piaski pokrywowe i wydmy śródlądowe (ryc. 4) – jest to tzw. europejski pas piaszczysty (*European sand belt*; por. Koster 1988, Zeeberg 1998). Północna granica tego eolicznego pasa nawiązuje do linii zasięgu ostatniego zlodowacenia, a południowa – do maksymalnego zasięgu plejstocenijskiego lądolodu (ryc. 4). Chociaż zasięg tego piaszczystego pasa jest tak rozległy, to główna masa piasków eolicznych była akumulowana podczas ostatniego zlodowacenia (Weichselian/Vistulian). Z zachodu ku wschodowi Niziu Europejskiego zmienia się proporcja piaszczystych pokryw eolicznych do wydm. Na zachodzie dominują pokrywy eoliczne, podczas gdy duże pola wydmowe przeważają na wschodzie. Polska położona jest w strefie przejściowej, czyli występują tu zarówno pokrywy eoliczne, jak i wydmy. Wydmy śródlądowe są formami wypukłymi o różnych kształtach (z przewagą parabolicznych) i znacznych wysokościach względnych (maksymalnie do około 30 m), dlatego stanowią ważny element krajobrazu równinnej Europy, w tym także Polski.

Geneza wydm śródlądowych jest dobrze poznana, a zagadnienie to ma bogatą literaturę (np. Galon 1958, Dylikowa 1967, Nowaczyk 1976, 2000, Krajewski 1977, Manikowska 1985, 1995, Szczypek 1986, Koster 1988, 2009, Twardy 2008). Wskazywane są dwa główne okresy ważne dla rozwoju i przekształcania się wydm. Europejskie wydmy śródlądowe ukształtowane zostały w zimnych perylacjalnych warunkach klimatycznych późnego vistulianu w wyniku deflacyjnej, transportowej i akumulacyjnej działalności wiatru. Ustabilizowane zostały przez roślinność (głównie lasy iglaste), która rozwinęła się w holocenie w warunkach klimatu umiarkowanego.





Ryc. 1. Zespół wydmy na Saharze, na południu Maroka

Źródło: E. Kobojek.



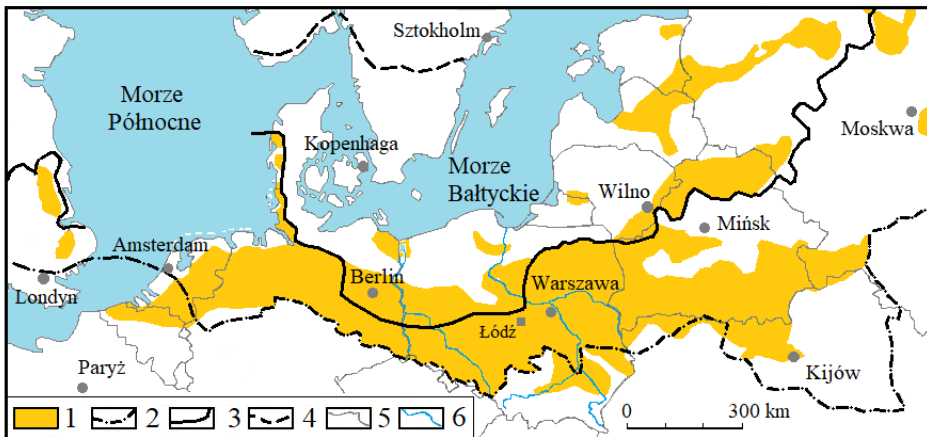
Ryc. 2. Wędrująca wydma nadmorska na południowym wybrzeżu Bałtyku

Źródło: S. Kobojek.



Ryc. 3. Utrwalona przez roślinność leśną wydma śródlądowa w środkowej Polsce

Źródło: S. Kobojeck.



Ryc. 4. Rozmieszczenie pokryw piaszczystych i pól wydmowych w Europie powstałych w zimnym klimacie późnego wistulianu

- 1 – zasięg pasa piaszczystego; 2 – maksymalny zasięg lądolodu odry (Saalian);  
 3 – maksymalny zasięg lądolodu wisły (Vistulian); 4 – zasięg lądolodu w młodszym dryasie; 5 – granice państwowe; 6 – główne rzeki w Polsce

Źródło: na podstawie Koster (1995), Zeeberg (1998), Nowaczyk (1986c).

Dopiero działalność człowieka prowadząca do wycięcia lasów na wydmach spowodowała ich rozwiewanie, a nawet kształtowanie nowych w młodszej części holocenu. Procesy te aktywne były w Europie, również w Polsce, jeszcze w połowie XX w. Obecnie wydmy śródlądowe są w zdecydowanej przewadze stabilnymi formami geomorfologicznymi, najczęściej porośniętymi lasem. W obrębie wydmy ukształtował się wyjątkowy ekosystem, o którego charakterze decydują znaczne miąższości piasków kwarcowych, ich duża przepuszczalność, nisko położony poziom wód gruntowych i ubogie gleby. Jest to ekosystem szczególnie wrażliwy na oddziaływanie człowieka. Występowanie wysokich temperatur i okresów suchych związanych ze zmianami warunków klimatycznych na przełomie XX i XXI w. może spowodować obniżenie poziomu wód gruntowych, a to z kolei może mieć wpływ na charakter pokrywy roślinnej. Znaczenie warunków klimatycznych może być większe, gdy zostanie wsparte niekorzystnymi działaniami człowieka. Dlatego bardzo ważna jest analiza przyczyn naturalnych i antropogenicznych reaktywacji procesów eolicznych w holocenie, obecnego użytkowania pól wydmych i ocena wrażliwości tego delikatnego środowiska wydmych w strefie umiarkowanej.

### 1.1. Cel i zakres badań

Wydmy śródlądowe stanowią charakterystyczny element krajobrazu w obrębie równinnych wysoczyzn polodowcowych i den pradolinnych w regionie łódzkim. Obszar ten jest położony w środkowej części europejskiego pasa piaszczystego (ryc. 4). Obecność wydm znacząco zwiększa deniwelacje terenu. Geneza wydm w regionie łódzkim jest dobrze opracowana i posiada bogatą literaturę (np. Dylkowa 1958, 1967, Manikowska 1966, 1977, 1985, 1995, Gawlik 1969, 1970, Krajewski 1977, 1997, Twardy 2008, 2012), brakuje jednak prac przedstawiających cechy ekosystemu na wydmach. Nie ma także opracowań dotyczących użytkowania i zagospodarowania pól wydmych w regionie łódzkim, poza przyczynkarskimi artykułami przedstawiającymi znaczenie wydm dla rozmieszczenia lasów w gminie Szadek czy dla lokalizacji zabudowy lotniskowej (Kobojek, Kobojek 2012, 2019).

Celem opracowania jest ukazanie specyfiki ekosystemu wydm śródlądowych, obecnego użytkowania i zagospodarowania pól wydmych w regionie łódzkim oraz wskazanie ewentualnych problemów wynikających ze współczesnych i prognozowanych zmian klimatycznych. Ważna jest ocena wrażliwości ekosystemu wydm śródlądowych w zmiennych warunkach klimatycznych i wskazanie zagrożeń wynikających z występującego ocieplenia i częstych suszy oraz działalności antropogenicznej.

W pierwszej kolejności przedstawiono genezę wydm śródlądowych na tle zmian warunków klimatycznych późnego wistulianu i przekształcenie

form w holocenie. Analizowano cechy ekosystemów piaszczystych i wzajemne zależności ich elementów. Przedstawiono współczesne formy użytkowania i zagospodarowanie pól wydm śródlądowych wraz z sąsiadującymi z nimi zagłębieniami deflacyjnymi występującymi w regionie łódzkim. Starano się wskazać najnowsze tendencje przekształceń tego zagospodarowania oraz jego konsekwencje. Szczególną uwagę zwrócono na użytkowanie i zagospodarowanie wydm dla potrzeb turystyki i rekreacji w nizinnej części środkowej Polski, w granicach województwa łódzkiego. Odnotowywana jest coraz większa presja antropogeniczna na ten specyficzny, wrażliwy ekosystem. Zmiany warunków klimatycznych, w tym osuszanie, nakazują bardziej wnikliwie spojrzeć na użytkowanie tych obszarów.

## 1.2. Metody badań i źródła informacji

Zakres tematyczny i cel opracowania wymagały zastosowania różnych metod badawczych i źródeł informacji. Wskazać można trzy odmienne metody postępowania: analizę literatury tematycznej, badania terenowe ekosystemów wydmych i inwentaryzację współczesnego użytkowania oraz zagospodarowania terenów w regionie łódzkim.

Geneza piasków pokrywowych i wydm śródlądowych w Europie i regionie łódzkim na tle warunków klimatycznych późnego vistulianu i holocenu oraz rola działalności człowieka w ich przekształcaniu zostały przygotowane na podstawie analizy literatury tematycznej. Wykorzystano prace przeglądowe, jak też wyniki własnych badań podstawowych.

Teren badań szczegółowych był zawężony do pól wydmych w regionie łódzkim. Ich rozmieszczenie wyznaczono na podstawie analizy 43 arkuszy map geologicznych w skali 1:50 000: Kutno (Szałamacha 1996a), Żychlin (Szałamacha 1996b), Dąbie (Nowicki 1995), Łęczyca (Baraniecka 1968), Piątek (Jeziorski 2013), Łowicz (Brzeziński 1991), Bolimów (Brzeziński 1998), Uniejów (Forysiak, Kamiński 1999), Parzęczew (Dutkiewicz 1992), Zgierz (Klatkowa 1993), Głowno (Brzeziński 1986), Łyszkowice (Nowicki 1993), Skierniewice (Balińska-Wuttke 1970), Warta (Klatkowa 1992), Szadek (Klatkowa i inni 2007), Lutomiersk (Baliński 1992), Łódź Zachód (Różycki 1966), Łódź Wschód (Nowicki, Trzmiel 1987), Brzeziny (Trzmiel 1993), Głuchów (Balińska-Wuttke 1968), Sieradz (Baliński, Ziomek 2008), Zduńska Wola (Bezkowska 1991), Łask (Chrzanowski, Nalewajko 1988), Pabianice (Turkowska, Wieczorkowska 1987), Tuszyn (Turkowska, Wieczorkowska 1994), Tomaszów Mazowiecki (Trzmiel 1990), Złoczew (Baliński 1997), Widawa (Krzemiński, Bezkowska 1987), Zelów (Baliński, Gawlik 1986), Bełchatów (Ziomek 1992), Piotrków Trybunalski (Ziomek 1986), Sulejów (Brzeziński 1992), Sławno (Szałamacha 1992), Opoczno (Ziomek 2001), Osjaków

(Ziomek 2013), Szczerców (Sarnacka 1970), Kamieńsk (Baraniecka 1971), Gorzkowice (Kurowski, Popielski 1991), Lubień (Grzybowski 1968), Brzeźnica (Skompski 1971), Radomsko (Wągrowski 1990), Rzejowice (Wągrowski 1987), Przedbórz (Kwapisz 1983). Wyznaczono wszystkie główne pola wydymowe, jednak ich zasięg jest zgeneralizowany. Nie zaznaczono najmniejszych pojedynczych wydm.

Na podstawie map topograficznych w skali 1:10 000 wykonano analizę rzeźby dla 132 pól wydymowych lub pojedynczych wydm. Szczególną uwagę zwrócono na kształt i wysokość form oraz kąt nachylenia stoków. Cechy ekosystemów wydm śródlądowych zostały opracowane na podstawie zestawienia materiałów dostępnych w literaturze dotyczącej typów gleb, stosunków wodnych, roślinności oraz warunków klimatycznych. Wykonano także badania litologiczne (analiza granulometryczna, morfoskopowa, zawartości skaleni) dotyczące wybranych wydm. Scharakteryzowano także współczesną szatę roślinną. Do badań laboratoryjnych pobrano próbki z wydm występujących w obrębie Równiny Łowicko-Błońskiej, Wysoczyzny Łaskiej, Kotliny Szczercowskiej i Wysoczyzny Bełchatowskiej z osadów wydymowych i innych materiałów na powierzchni: glin zwałowych, osadów wodnolodowcowych i fluwialnych. W laboratorium określono cechy teksturalne pobranych osadów, czyli wielkość składników oraz kształt i charakter powierzchni ziaren. Dla 200 próbek zbadano rozkład wielkości składników za pomocą analizy sitowej i pipetowej. Uzyskane wyniki posłużyły do wyliczenia dla poszczególnych próbek podstawowych wskaźników granulometrycznych według wzorów Folka i Worda (Mycielska-Dowgiałło 1995). Analizowano głównie zależności między dwoma wskaźnikami: średnią średnicą ziaren oraz odchyleniem standardowym. Badaniom morfoskopowym poddano piaski eoliczne z wydm oraz utwory glacialne i fluwioglacialne z ich bezpośredniego podłoża. Oznaczenia kształtu cząstek w osadach przeprowadzono na ziarnach kwarcowych frakcji psamitowej, przy czym wybrano frakcję 1,0–0,8 mm, często stosowaną do tego typu analiz (Goździk 1980). Ziarna kwarcowe są „wrażliwe” na zmienne warunki środowisk sedimentacji. Oznaczono także zawartość skaleni w osadach eolicznych, fluwialnych i glacialnych, ponieważ jest to minerał o małej odporności na abrazję mechaniczną i ulega zubożeniu w osadach eolicznych.

Na wszystkich polach wydymowych przeanalizowano formy użytkowania terenu. Wykorzystano w tym celu materiały z CORINE Land Cover, bazę danych obiektów topograficznych oraz zasięg lasów w województwie łódzkim. Następnie na 70 stanowiskach przeprowadzono badania terenowe, podczas których szczegółowo inwentaryzowano współczesne użytkowanie oraz zagospodarowanie wydm śródlądowych i ich najbliższego otoczenia. Uwzględniono następujące formy użytkowania: lasy, miejsca eksploatacji piasków eolicznych, pola orne, zabudowy. Szczególną uwagę zwrócono na wykorzystanie oraz zagospodarowanie turystyczne i rekreacyjne pól wydymowych, w tym zabudowę lotniskową.

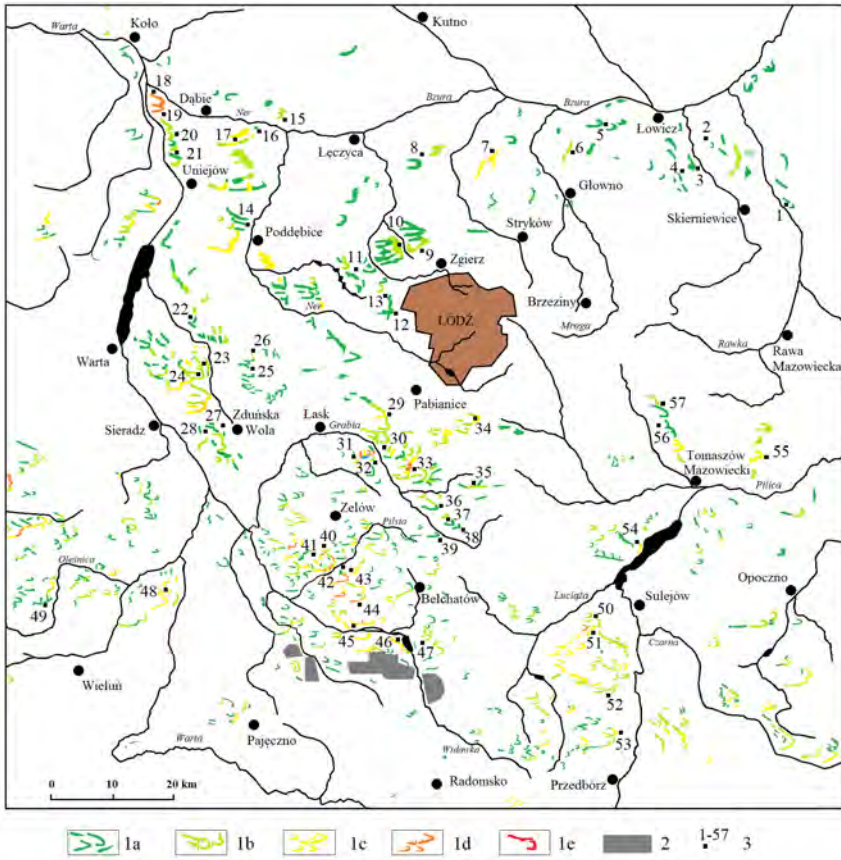
Oceny wrażliwości i stabilności ekosystemu wydm śródlądowych w czasach historycznych dokonano na podstawie analizy materiałów dostępnych w literaturze oraz własnych badań. Zestawiono przyczyny antropogeniczne i klimatyczne ożywienia procesów eolicznych w ostatnim tysiącleciu. Następnie oceniono wrażliwość środowiska na antropopresję. Założono, że wrażliwość, a w jej konsekwencji reakcja środowiska przyrodniczego na antropopresję może być rozpatrywana ze względu na różne formy oddziaływania. Przy ocenie zwykle bierze się pod uwagę rzeźbę, powierzchniowe utwory geologiczne (od których zależy intensywność wsiąkania wody) i typy użytkowania terenu. Im większa jest przyrodnicza zgodność typu użytkowania terenu z rzeźbą i podłożem geologicznym, tym wyższa staje się stabilność krajobrazu i mniejsza wrażliwość. Dotyczy to przede wszystkim intensywności przebiegu procesów geomorfologicznych w krajobrazie. Podjęto próbę oceny wrażliwości środowiska wydm śródlądowych na przejawy różnych form antropopresji na tle innych form powierzchni terenu.

### **1.3. Rozmieszczenie wydm śródlądowych w regionie łódzkim**

Polska znajduje się w środkowej części długiego europejskiego pasa piaszczystego i jest klasycznym obszarem występowania wydm śródlądowych. Formy wydmowe zlokalizowane są głównie w środkowej i w mniejszym zakresie w południowej części kraju. Nie oznacza to jednak, że cała ta powierzchnia pokryta jest wydmami. W obrębie tego pasa złożonego z różnych form geomorfologicznych (wysoczyzny morenowe, doliny rzeczne, formy akumulacji glacialnej i fluwio-glacialnej) występują pola wydmowe albo izolowane pojedyncze formy różnej wielkości. Bardzo często wydmy nadbudowują terasy nadzalewowe w pradolinach i dużych dolinach rzecznych, sandry albo nawet wysoczyzny zbudowane z gliny zwałowej (Galon 1958, Gawlik 1969, Manikowska 1985, Nowaczyk 2009). Wydmy występują zarówno pojedynczo, jak i zespołowo, tworząc zwarte pola wydmowe. Największe wykształciły się w Międzyrzeczu Warciańsko-Noteckim, Kotlinie Warszawskiej (Puszcza Kampinoska), Kotlinie Toruńsko-Bydgoskiej, Puszczy Kurpiowskiej, w dolinach Bugu, Narwi, Sanu (Puszcza Sandomierska), na sandrze myszynieckim.

Pola wydmowe z towarzyszącymi im eolicznymi piaskami pokrywowymi stanowią także charakterystyczny element krajobrazu w regionie łódzkim. Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym Polski badany teren położony jest głównie w obrębie Nizy Środkowopolskiego, jedynie południowe krańce należą do Wyżyn Polskich (Kondracki 1998). Rozmieszczenie pól piaszczystych i wydm w obrębie województwa łódzkiego jest nierównomierne (ryc. 5).

Z zestawienia wynika, że największe obszary wydmowe położone są w południowo-zachodniej części województwa łódzkiego.



Ryc. 5. Rozmieszczenie pól wydmych w regionie łódzkim

1 – maksymalne wysokości względne wydmy: 1a: 1–5 m, 1b: 1–10 m, 1c: 1–15 m, 1d: 1–20 m, 1e: 1–25 m; 2 – powierzchnia zajęta przez kopalnię odkrywkową węgla brunatnego; 3 – stanowiska wymienione w tekście

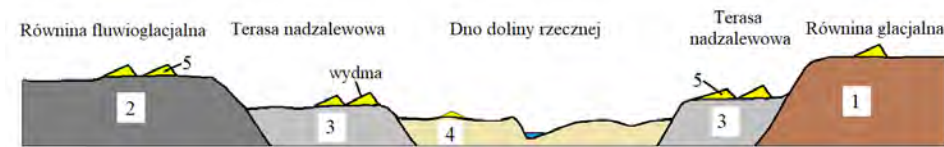
Nazwy stanowisk wydmych: 1 – Budy Grabskie; 2 – Nieborów; 3 – Belchów; 4 – Polesie; 5 – Mystkowice; 6 – Stanisławów; 7 – Witów; 8 – Karsznice; 9 – Lućmierz; 10 – Grotniki; 11 – Chrośno; 12 – Rąbień; 13 – Aleksandrów Łódzki; 14 – Wandówka; 15 – Nagórki; 16 – Grodzisko; 17 – Świnice Warckie; 18 – Gaj; 19 – Krzykosy; 20 – Wilamów; 21 – Góry; 22 – Hilarów; 23 – Babiniec; 24 – Reduchów; 25 – Jamno; 26 – Grzybów; 27 – Czechy; 28 – Polków; 29 – Dobroń; 30 – Ldzań; 31 – Teodory; 32 – Rokitnica; 33 – Dłutów; 34 – Tuszyn Las; 35 – Niwy Jutroszewskie; 36 – Wadlew; 37 – Rawicz; 38 – Dziewuliny; 39 – Wdowin; 40 – Podlesie; 41 – Wola Pszczółcka; 42 – Zbyszek; 43 – Ciszka; 44 – Kluki; 45 – Kuźnica Kaszewska; 46 – Słok; 47 – Łękawa; 48 – Szynkielów; 49 – Bielawy; 50 – Łęczno; 51 – Podlubień; 52 – Ręczno; 53 – Młynek Dobrowicki; 54 – Bronisławów; 55 – Zawady; 56 – Wykno; 57 – Budziszewice

Źródło: opracowano na podstawie map geomorfologicznych w skali 1:50 000 i własnych badań terenowych.

Dużo pól piaszczystych z wysokimi wydrami wykształconych jest w dolinach Widawki, Pilsi, Grabi i w ich sąsiedztwie (Wysoczyzna Łaska, Kotlina Szczercowska i Wysoczyzna Bełchatowska) oraz w międzyrzeczu Luciąży i Pilicy (Równina Piotrkowska). Szczególnie uprzywilejowana jest Kotlina Szczercowska, a rozmieszczenie wydym jest tu dość zróżnicowane (Gawlik 1969, 1970). W zachodniej części Kotliny wydym jest niewiele i są małe, ponieważ osiągnęły zaledwie 2–3 m wysokości względnej. Natomiast w miarę przesuwania się na wschód, ku dolinie Pilsi, wydym jest coraz więcej, a ich wysokości względne często przekraczają 10–15 m, osiągając maksymalnie nawet 20 m. Z kolei Wysoczyzna Łaska obfituje w duże wydmy paraboliczne, a ramię jednej z największych form osiągnęło 3,5 km długości.

Występowanie wydym w międzyrzeczu Pilicy i Drzewiczki wiąże się przede wszystkim z dolinami rzecznyymi. Najlepiej wykształcone formy wydymowe zlokalizowane są na środkowym poziomie terasowym Pilicy, Drzewiczki i Czarnej. Nagromadzenie wydym można obserwować także w obrębie płatów sandrowych, ale ich wysokości względne sięgają tylko do 5 m.

Ogólnie można powiedzieć, że wydmy występują głównie na płaskich terasach rzecznych, sandrach, czasem na równinach: fluwioglacjalnych lub glacialnych zbudowanych z glin zwałowych (ryc. 6).



Ryc. 6. Miejsca lokalizacji wydym śródlądowych

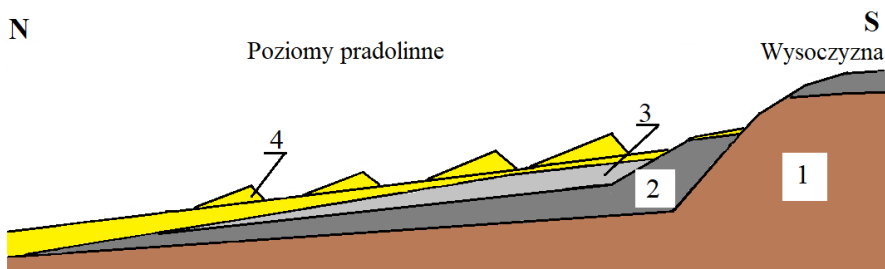
1 – glina zwałowa; 2 – piaski i żwiry fluwioglacjalne; 3 – piaski i mułki fluwioperyglacialne; 4 – piaski i namuły den dolinnych; 5 – piaski eoliczne w wydymach

Źródło: opracowanie własne.

Wydmy występują także w równoleżnikowym pasie w północnej części województwa, w obrębie tzw. Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej z Bzurą i Nerem. Pola wydymowe są tutaj jednak mniejsze i bardziej izolowane. Nadbudowują trzy terasy: niską, średnią i wysoką (Krajewski 1977). Na niskiej i średniej znajdują się raczej nieliczne i niższe formy wydymowe, często o zatartych rysach rzeźby. Liczniejsze i bardziej wyraźnie wykształcone wydmy występują na poziomie wysokim (ryc. 7).

Bardzo mało wydym występuje na północ od Bzury (Równina Kutnowska) i w wąskim pasie równoleżnikowym na wschód od Łodzi (Wzniesienia Łódzkie).





Ryc. 7. Wydmy na wyższych poziomach pradolinnych

- 1 – glina zwałowa warciańska; 2 – piaski i żwiry fluwiogłacjalne, warciańskie;  
3 – piaski i mulki fluwioperyglacjalne, vistuliańskie; 4 – pokrywa eoliczna i wydmy  
późnovistuliańskie

Źródło: opracowanie własne.

Pola wydmowe w regionie łódzkim układają się generalnie w kształt litery C (ryc. 5). Występowanie wydm nawiązuje do rzeźby terenu. Największe piaszczyste pola znajdują się w obniżeniach dolinnych (głównie na terasach nadzalewowych), szczególnie tych wydłużonych w kierunku WNW–ESE – otwartych na zachód. Pokrywy eoliczne zalegają na wysoczyźnie zbudowanej z gliny zwałowej oraz z gliniastych osadów ablacyjnych. Występują także w obrębie pól sandrowych zbudowanych z piasków i żwirów fluwiogłacjalnych. Wydmy mają zróżnicowane kształty i różne wysokości względne. Najpowszechniejsze są wydmy paraboliczne skierowane ramionami ku zachodowi, zwarte wydmy wałowe o przebiegu południkowym oraz wydmy proste o przebiegu raczej równoleżnikowym. Często spotyka się także wydmy o kształtach nieregularnych, np. pagórki wydmowe. Z kartowania geologicznego dla potrzeb arkuszy mapy w skali 1:50 000 wynika, że w różnych częściach regionu łódzkiego vistuliańskie utwory eoliczne zajmują 20–33% powierzchni (Klatkova 1990).

## MORFOGENEZA WYDM ŚRÓDLĄDOWYCH

Wszystkie wydmy występujące w różnych rejonach na Ziemi są formami pochodzenia eolicznego, czyli powstały w wyniku działalności wiatru. Jednak wydmy śródlądowe występujące w zachodniej i środkowej Europie zostały ukształtowane w innych warunkach klimatycznych niż obecnie panujące np. na Saharze. Wydmy są efektem akumulacyjnej działalności wiatru, w warunkach dostępności suchego i odsłoniętego piasku, czyli na obszarach, gdzie występują małe opady deszczu i bardzo skąpa roślinność (Klimaszewski 1981). Takie warunki panują nie tylko w obrębie podzwrotnikowych gorących pustyń, ale także na zimnych obszarach polarnych. Pierwszy, główny etap tworzenia się dużych form związany był z peryglacjalnymi warunkami klimatycznymi w późnym vistulianie (pustynia polarna), natomiast drugi – kształtowania się wydm częściowo w średniowieczu (głównie przekształcanie i rozwiewanie) – łączono bardziej z ingerencją człowieka niż z umiarkowanymi warunkami klimatycznymi holocenu.

### **2.1. Rozwój wydm w zimnych warunkach klimatycznych późnego vistulianu**

Europejskie wydmy śródlądowe były kształtowane w zimnych i suchych warunkach klimatycznych późnego vistulianu. Procesy eoliczne należą do ważnych czynników kształtujących rzeźbę i osady w strefie peryglacjalnej (Dylikowa 1958, 1967, Manikowska 1966, 1985, Goździk 1991, 2007, Krajewski 1977, Nowaczyk 1986a, b, Kobojeck 1990, 2006, Goździk, Kobojeck 2016). Osady eoliczne datowane były w wielu stanowiskach metodami luminescencyjnymi, a uzyskane daty w większości przypadków potwierdzają ich późnovistuliańską chronologię (Kolstrup 1982, Bateman, Van Huissteden 1999). Wewnętrzna budowa wydm, a zwłaszcza występowanie kopalnych gleb, pozwala wyróżnić serie eoliczne powstałe w kolejnych fazach wydmotwórczych (Dylikowa 1967, Nowaczyk 1976, Manikowska 1985).

Początek akumulacji piasków wydmych w środkowej Polsce datowany jest na około 14 500 lat BP (Manikowska 1985). Okres między wycofaniem się wieloletniej zmarzliny a rozwojem gęstej szaty roślinnej (od plenivistulianu aż po preboreal) był najbardziej sprzyjający procesom deflacji, a następnie akumulacji piasków eolicznych w pasie Nizin Środkowopolskich. Wskazywane są trzy główne etapy wydmotwórcze w późnym vistulianie, czyli w okresie od 14 500 do 10 250 lat BP (ryc. 8).